

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biogas

Biogas merupakan gas yang dapat terbakar, dihasilkan melalui proses fermentasi bahan organik oleh bakteri anaerob (bakteri yang hidup tanpa oksigen dari udara). Bahan organik termasuk bahan-bahan yang dapat mengurai menjadi tanah, seperti sampah dan kotoran hewan (seperti sapi, kambing, babi, dan ayam). Meskipun proses fermentasi ini terjadi secara alami, namun membutuhkan waktu yang relatif lama. Biogas dianggap sebagai sumber energi terbarukan karena bahan bakunya akan terus ada selama kehidupan berlangsung. Berbeda dengan bahan bakar fosil seperti minyak bumi dan batu bara, biogas merupakan sumber energi yang dapat diperbaharui (Pertiwiningrum, 2016).



Gambar 2.1 Rancangan digester biogas

Biogas memiliki sifat yang ramah lingkungan, berwarna biru tanpa mengeluarkan asap hitam, dan memiliki tingkat panas yang lebih tinggi daripada bahan bakar seperti minyak tanah, arang, dan kayu bakar. Selain itu, biogas dapat disimpan untuk digunakan di masa depan. Komposisi gas yang dihasilkan sebagian besar terdiri dari metana (CH_4) dan karbon dioksida (CO_2), serta gas-gas lain yang diperoleh dari proses penguraian material organik. Methane atau metana, yang tidak dapat terlihat

dan tidak berbau, merupakan komponen utama dalam biogas. Jika kandungan CH_4 lebih dari 50%, maka campuran gas ini mudah terbakar akan relatif lebih bersih daripada batubara, dan menghasilkan energi yang lebih besar dengan emisi karbon dioksida yang lebih sedikit. Temperatur ideal proses fermentasi untuk pembentukan biogas berkisar 30°C .

Biogas diproduksi secara anaerobik melalui tiga tahap, yaitu hidrolisis, asidogenesis, dan metanogenesis. Dalam proses produksi biogas, berbagai jenis limbah organik dapat dimanfaatkan sebagai substrat, termasuk limbah dari dapur, kebun, kotoran sapi, dan limbah domestik. Penggunaan sumber biomassa atau limbah yang berbeda dapat menghasilkan variasi dalam jumlah biogas yang dihasilkan (Prihatiningtyas dkk, 2019).

Biogas memiliki potensi yang besar sebagai sumber energi terbarukan karena tingginya kandungan metana (CH_4) dan nilai kalor yang signifikan. CH_4 sendiri memiliki nilai kalor sebesar 50 MJ/kg. Metana (CH_4), yang memiliki satu karbon dalam setiap rantainya, mampu menghasilkan pembakaran yang lebih ramah lingkungan jika dibandingkan dengan bahan bakar yang memiliki rantai karbon lebih panjang. Ini dikarenakan jumlah CO_2 yang dihasilkan selama pembakaran bahan bakar dengan rantai karbon pendek lebih rendah (Suyitno, 2010).

Biogas memiliki kandungan sekitar 50–70% metana (CH_4), 25–50% karbon dioksida (CO_2), 1–5% hidrogen (H_2), 0,3–3% nitrogen (N_2), dan hidrogen sulfida (H_2S). Komponen utama biogas, yaitu metana (CH_4), merupakan sumber energi yang berharga karena memiliki nilai kalor yang cukup tinggi, berkisar antara 4800 hingga 6700 kkal/m³, sementara metana murni memiliki energi sebesar 8900 kkal/m³.

Biogas merupakan jenis bahan bakar yang bersih karena tidak menghasilkan asap, sebaliknya dengan kayu atau arang, sehingga peralatan dapur tetap dapat dipertahankan kebersihannya selama penggunaan dan dapat berfungsi sebagai pengganti bahan bakar minyak atau gas alam yang lebih unggul. Hasil dari produksi biogas dapat digunakan sebagai sumber energi, dan limbah berupa lumpur (sludge) yang dihasilkan dapat dijadikan pupuk siap pakai, memberikan tambahan pendapatan

bagi peternak hewan. Ini menunjukkan bahwa hampir semua bahan alam memiliki manfaatnya masing-masing, bahkan berasal dari limbah sekalipun. (Karlina, 2017).

Berdasarkan pemaparan di atas Alquran telah menjelaskan dalam surah Al-Mu'minun ayat 21 :

وَأَنَّ لَكُمْ فِي الْأَنْعَامِ لَعِبْرَةً نُّسْقِيكُم مِّمَّا فِي بُطُونِهَا وَلَكُمْ فِيهَا
مَنَافِعُ كَثِيرَةٌ وَمِنْهَا تَأْكُلُونَ

Artinya : *“Dan Sesungguhnya pada binatang – binatang ternak, benar – benar terdapat pelajaran yang penting bagi kamu, Kami memberi minum kamu dari air susu yang ada dalam perutnya, dan (juga) pada binatang – binatang ternak ini terdapat faedah yang banyak untuk kamu, dan sebagian daripadanya kamu makan,”*(Q.S. Al – Mu'minun/23: 21).

Menurut Al-Jazairi dalam tafsir Al-Aisar mengenai ayat 21 dari surat Al-Mu'minun, dijelaskan bahwa "dan sesungguhnya pada binatang ternak itu terdapat pelajaran yang sangat penting bagi kalian..." Oleh karena itu, perhatikanlah proses penciptaan, kehidupan, serta manfaat yang dapat membawa kalian menuju keimanan, tauhid, dan ketaatan. Firman-Nya, "Kami memberi minum kamu dari yang ada dalam perutnya..." merujuk pada susu yang dikeluarkan di antara kotoran dan darah. Firman Allah Ta'ala, "Dan juga pada binatang ternak itu terdapat faedah yang banyak bagi kalian..." meliputi kulit dan bulu unta, air susunya, serta dagingnya yang bisa kalian konsumsi (Maryani, 2016).

Meskipun Allah SWT tidak secara langsung menyebutkan manfaat dari kotoran ternak, termasuk kotoran kuda, namun Allah menyatakan bahwa pada binatang ternak terdapat banyak faedah. Jika kita melihat hal ini dari perspektif biologi, kita akan menyadari bahwa dalam kotoran dan lambung ternak terdapat bakteri metanogen yang berperan dalam proses pencernaan di dalam sistem pencernaan binatang ternak. Bakteri ini dapat mengubah senyawa organik selama proses pencernaan di dalam sistem pencernaan binatang ternak menjadi gas metan, walaupun dampaknya pada

binatang tersebut mungkin tidak sepenuhnya menguntungkan. karena akan mengurangi nilai nutrisi yang diserap oleh tubuh binatang ternak dan jika dikeluarkan oleh hewan, hal tersebut dapat berkontribusi sebagai penyumbang gas rumah kaca.

Dari sudut pandang yang berbeda, penggunaan gas ini sebagai bahan bakar akan ikut berkontribusi pada pengurangan konsumsi minyak bumi dan gas bumi yang bersifat tidak dapat diperbarui. Oleh karena itu, hal ini menggambarkan bahwa setiap prinsip yang diakui dalam Alquran memiliki manfaat yang positif untuk kehidupan manusia (Maryani, 2016).

2.2 Bahan Baku Biogas

2.2.1 Kotoran kuda

Kotoran hewan sering dipilih sebagai bahan baku dalam pembuatan biogas karena ketersediaannya yang melimpah dan mudah dijumpai. Bahan baku ini memiliki sejumlah besar nutrisi yang tersisa setelah proses pencernaan dan mudah untuk diencerkan. Hal ini dikarenakan masih mengandung zat dan nutrisi yang berasal dari makanan hewan serta sisa pencernaan hewan tersebut. Zat dan nutrisi ini dapat mendukung pertumbuhan bakteri yang diperlukan dalam proses pembentukan biogas.



Gambar 2.2 Kotoran kuda

Pada kotoran kuda ini terdapat kandungan hemiselulosa dan selulosa yang berperan penting dalam pembentukan biogas. Jika kandungan hemiselulosa dan selulosa semakin besar maka reaksi biokimia yang akan menghasilkan biogas akan besar pula. Hemiselulosa dan selulosa terbentuk melalui proses penguraian senyawa organik selama pencernaan hewan, dimana bahan yang terurai dapat berupa karbohidrat, lemak, dan protein. Pada tahap awal produksi biogas, bakteri mengubah hemiselulosa, selulosa, dan lignin menjadi asam amino. Asam amino ini kemudian bereaksi dengan biokatalis (enzim) yang dihasilkan oleh bakteri metana. Kandungan hemiselulosa, selulosa dan lignin pada kotoran kuda ditunjukkan pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Kandungan pada Kotoran Kuda

Feses	Hemiselulosa	Selulosa	Lignin	Nitrogen	Fosfat	Kalium	C/N
Kuda	23,5%	27,5%	14,2%	2,29%	1,25%	1,38%	25%

Sumber : Permana (2012)

Kotoran kuda dapat berfungsi sebagai bahan baku untuk menghasilkan biogas. Substrat yang terdapat dalam kotoran kuda mengandung bakteri pembentuk metan, yang juga dapat ditemukan dalam tubuh hewan seperti kerbau, sapi, rusa, domba, kambing, dan hewan lainnya. Kotoran kuda memiliki tingkat kandungan karbon dan nitrogen yang lebih tinggi. Selain itu, kotoran kuda juga memiliki proporsi kandungan selulosa, hemiselulosa, fosfat, dan kalium yang lebih tinggi (Darmanto dkk, 2012).

2.2.2 Limbah Sayur Kol

Di Indonesia, kol atau kubis merupakan salah satu jenis sayuran yang sangat populer dan digemari oleh masyarakat. Tanaman ini dapat ditanam secara monokultur atau polykultur (tumpangsari). Kubis mengandung protein, vitamin A, C, B1, B2, dan Niacin. Meskipun kandungan protein pada kubis putih lebih rendah dibandingkan dengan kubis bunga, namun kubis putih memiliki kandungan Vitamin A yang lebih tinggi. Kol atau kubis dikenal sebagai tanaman budidaya yang berasal dari dataran tinggi dengan iklim sejuk. Saat ini, tanaman kol sudah dapat ditanam di dataran

rendah. Dengan hadirnya varietas baru yang dapat bertahan dalam cuaca panas dan suhu tinggi, para petani di wilayah dataran rendah dapat mengembangkan budidaya tanaman kol (Hartono dkk, 2019).



Gambar 2.3 Sayur Kol (kubis)

Konsumsi sayuran yang tinggi di Indonesia akan berdampak pada peningkatan produksi sayuran, namun juga akan mempengaruhi peningkatan jumlah sampah organik, terutama berupa sayuran tradisional. Limbah sayuran yang sering diabaikan adalah limbah sayur kol, yang seringkali dibuang di pasar tradisional, menyebabkan masalah lingkungan, menghasilkan bau tak sedap, dan menjadi tempat berkembangnya berbagai penyakit. Limbah sayur kol, selain cepat mengalami pembusukan, juga mengeluarkan aroma yang tidak menyenangkan. Limbah ini dapat diuraikan oleh mikroba, sehingga dengan sifatnya yang cepat membusuk dan dapat diurai oleh mikroba, limbah sayur kol dapat dijadikan bahan dasar untuk pembuatan biogas (Wahyuni, 2011).

2.3 Syarat Bahan Baku Biogas

Bahan pokok dari biogas terdiri dari bahan organik dan air. Bahan mentah yang digunakan untuk menghasilkan biogas harus memenuhi beberapa persyaratan atau kriteria, yaitu:

- Bahan organik seperti sampah dan limbah pertanian harus mengandung unsur karbon, hidrogen, dan nitrogen. Unsur nitrogen diperlukan oleh bakteri dalam proses pembentukan sel.

- Untuk mempercepat proses fermentasi, bahan yang berstruktur kasar perlu dihancurkan atau dipecah terlebih dahulu.
- Agar bahan baku mencapai bentuk bubur, diperlukan kandungan air yang cukup tinggi (optimal: 7 - 9%). Oleh karena itu, perlu diencerkan dengan rasio 1:1.
- Air yang tidak mengandung zat-zat yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri.

Adapun parameter nilai yang memenuhi syarat sebagai bahan baku biogas tampak pada Tabel 2.2 yaitu:

Tabel 2.2. Parameter Nilai Syarat Bahan Baku Biogas

Parameter Uji	Nilai
pH	7,3
Suhu	> 26°C

Sumber : Pertiwiningrum (2016)

2.4 Komposisi Biogas

Biogas umumnya mengandung sebagian besar metana (CH_4) dan karbon dioksida (CO_2), serta beberapa senyawa lain dalam jumlah kecil, termasuk hidrogen sulfida (H_2S), hidrogen (H_2), dan nitrogen (N_2). Komposisi senyawa biogas secara umum ditampilkan dalam tabel 2.3.

Tabel 2.3 Komposisi Senyawa Biogas

Komponen Senyawa	Nilai (%)
CH_4	55-75

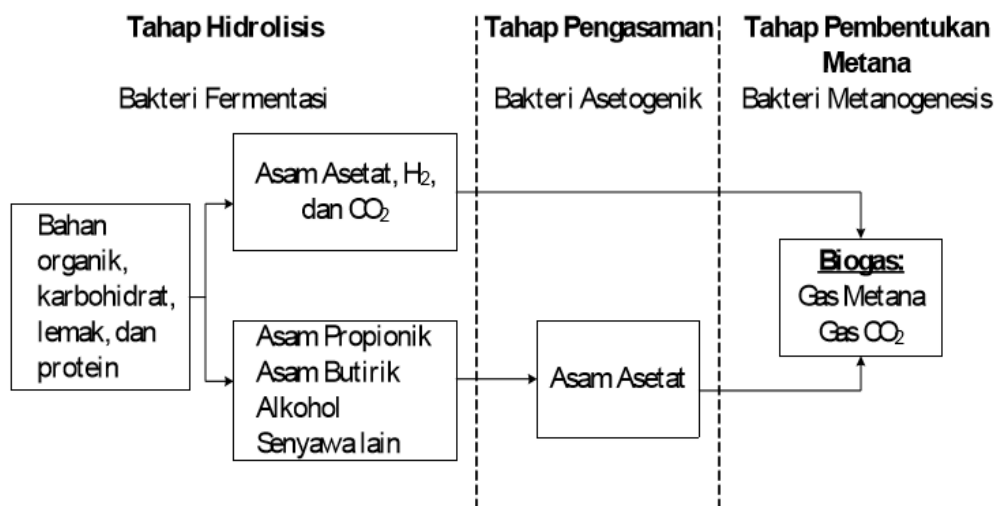
Sumber : Pertiwiningrum (2016)

Kandungan energi dalam biogas bergantung pada konsentrasi metana (CH_4). Semakin tinggi konsentrasi metana, maka nilai energi atau nilai kalor biogas akan semakin besar. Sebaliknya, semakin rendah konsentrasi metana, nilai kalor biogas akan semakin kecil (Pertiwiningrum, 2016).

Rasio metana, karbon dioksida, dan kadar air dalam gas adalah faktor kunci dalam menentukan jumlah panas yang dihasilkan oleh biogas. Dalam biogas dengan rasio normal, di mana metana menyumbang sekitar 60%, biogas memiliki nilai kalor sekitar 18.000 (kJ/kg) (Permana, 2012).

2.5 Proses Pembentukan Biogas

Terbentuknya biogas terjadi melalui proses pencernaan anaerob, yang menjadi dasar dari reaktor biogas. Proses ini melibatkan pemecahan bahan organik oleh aktivitas metanogenik dan bakteri asinogenetik dalam kondisi tanpa udara. Oleh karena itu, ruangan yang kedap atau tertutup diperlukan untuk menjaga stabilitas proses pembentukan tersebut. Kualitas biogas dipengaruhi oleh kadar pH bahan isian. Keuntungan ekologis dari proses anaerobik dalam ruangan tertutup ini termasuk pengendalian bau yang tidak menyebar ke lingkungan sekitar. Berikut mekanisme pembentukan biogas secara umum :



Gambar 2.4 Diagram Proses Pembentukan Biogas

(Sumber : Suyitno, 2010)

Jika dijelaskan secara rinci, secara keseluruhan, terdapat tiga tahapan utama dalam pembentukan biogas, yakni tahap hidrolisis, tahap pengasaman (asidifikasi), dan tahap metanogenesis. Semua tahapan ini melibatkan kinerja mikroorganisme anaerobik (Pernanda, 2021).

Tahap – tahap proses pembentukan biogas terdiri dari 3 tahap yaitu :

1. Hidrolisis (Tahap Pelarutan)

Hidrolisis merupakan tahap awal dalam proses fermentasi anaerobik, di mana senyawa kompleks diubah menjadi senyawa yang lebih sederhana. Selama proses hidrolisis, polimer seperti karbohidrat, lemak, dan protein mengalami transformasi menjadi glukosa, gliserol, dan asam amino. Mikroba hidrolitik, seperti *Cellulomonas* sp, *Cytopaga* sp, *Cellvibrio* sp, *Pseudomonas* sp, *Bacillus subtilis*, *Bacillus-licheniformis*, dan *Lactobacillus plantarum*, memiliki kemampuan untuk mengeluarkan enzim hidrolase, yang memfasilitasi konversi biopolimer menjadi senyawa yang lebih sederhana (Maryani, 2016). Sebagai contoh, polisakarida mengalami transformasi menjadi bentuk monosakarida, sementara protein diubah menjadi peptida dan asam amino (Suyitno dkk, 2010).

Dari penjelasan tersebut, pada tahap hidrolisis, bahan organik yang mudah larut terlarut, dan bahan organik yang kompleks mengalami pencernaan menjadi bentuk yang lebih sederhana. Selain itu, terjadi perubahan struktur bentuk primer menjadi bentuk monomer (Pernanda, 2021).

2. Asidifikasi (Tahap Pengasaman)

Dalam tahap ini, bakteri memproduksi asam dengan mengonversi senyawa rantai pendek yang dihasilkan dari proses hidrolisis menjadi asam asetat (CH_3COOH), hidrogen (H_2), dan karbon dioksida (CO_2). *Acetobacter aceti* merupakan salah satu contoh bakteri yang terlibat dalam proses asetogenesis. Bakteri ini termasuk dalam kelompok bakteri anaerobik yang dapat tumbuh dan berkembang pada kondisi asam. Untuk menghasilkan asam asetat, bakteri tersebut memerlukan oksigen yang diperoleh dari oksigen yang terlarut dalam larutan. Pembentukan asam dalam kondisi anaerobik menjadi krusial untuk pembentukan gas metana oleh mikroorganisme pada tahap berikutnya. Selain itu, bakteri tersebut juga melakukan transformasi senyawa bermolekul rendah menjadi alkohol, asam organik, asam amino, karbon dioksida, H_2S , dan sejumlah kecil gas metana (Pernanda, 2021).

3. Metanogenesis (Tahap Pembentukan Gas Metana)

Pada fase pembentukan gas metana, peran utama diambil oleh bakteri metanogenesis. Bakteri ini akan menggunakan produk dari tahap sebelumnya, seperti asetat, format, karbon dioksida, dan hidrogen, sebagai substrat untuk menghasilkan metana, karbon dioksida, serta beberapa gas seperti H_2S dan air. Dapat dipastikan sekitar 70% dari metana terbentuk dari asetat, sedangkan sisanya terbentuk dari karbon dioksida dan hidrogen. Proses pembentukan metana oleh bakteri metanogenesis terjadi dalam kondisi anaerobik, di mana bakteri ini merupakan obligat anaerob dan sangat peka terhadap perubahan lingkungan.

Bakteri metanogen seperti *Methanococcus*, *Methanosarcina*, dan *Methanobacterium* akan mengkonversi produk lanjutan dari tahap pengasaman menjadi gas metana, karbon dioksida, dan air, yang merupakan komponen pembentuk biogas. Berikut adalah reaksi perombakan yang dapat terjadi pada tahap metanogenesis.

Jumlah energi yang dihasilkan dalam pembentukan biogas sangat tergantung pada konsentrasi gas metana yang dihasilkan selama proses metanogenesis. Semakin tinggi kandungan metana yang dihasilkan, maka energi yang terbentuk juga semakin besar. Sebaliknya, jika konsentrasi gas metana yang dihasilkan rendah, maka energi yang dihasilkan juga menjadi rendah.

Kualitas biogas yang dihasilkan dapat ditingkatkan dengan menghilangkan hydrogen sulfur, kandungan air, dan karbon dioksida yang terbentuk selama proses. Hydrogen sulfur merupakan senyawa beracun yang dapat menyebabkan korosi, sehingga keberadaannya dalam biogas menjadi berbahaya karena dapat merusak instalasi. Kandungan air dihindari karena dapat menurunkan titik penyalan biogas. Penghilangan ketiga zat tersebut dapat dilakukan menggunakan alat desulfurizer, yang diperlukan untuk menjaga mesin generator agar tidak mudah mengalami korosi dan memastikan keselamatan operasional (Pernanda, 2021).

2.6 Pengujian Biogas

2.6.1 Parameter Fisis

1. pH

Tingkat keasaman (pH) mencerminkan sifat asam atau basa dari suatu substansi. Faktor pH memiliki peran penting dalam dekomposisi anaerobik karena jika pH tidak sesuai, pertumbuhan mikroba tidak akan optimal dan bahkan dapat menyebabkan kematian mikroba. Akhirnya, kondisi ini dapat menghambat produksi gas metana (Pernanda, 2021). Bakteri tumbuh optimal pada kondisi yang sedikit asam, dengan rentang pH antara 6,6 hingga 7,0, dan tidak boleh kurang dari 6,2. Keberhasilan operasional digester sangat tergantung pada menjaga suhu tetap konstan. Jika pH melebihi 8,5, itu dapat memberikan dampak negatif pada populasi bakteri metanogen, dan akhirnya mempengaruhi produksi biogas (Karlina, 2017).

2. Suhu

Dalam proses fermentasi untuk menghasilkan biogas dalam digester anaerobik, pengendalian suhu yang akurat sangat diperlukan. Suhu memainkan peran penting dalam mengatur jalannya reaksi metabolisme, terutama bagi bakteri metanogenik (Pernanda, 2021). Untuk negara tropis seperti Indonesia, digunakan digester tanpa pemanasan (unheated digester) pada kondisi suhu tanah 20 - 30°C, sesuai dengan penelitian oleh Karlina (2017). Produksi gas mencapai performa yang optimal pada kisaran mesofilik, yaitu suhu antara 25°C dan 30°C (Prihatiningtyas dkk, 2019).

2.6.2 Parameter Kimia

1. Metana (CH₄)

Metana merupakan hidrokarbon paling sederhana yang berwujud gas dengan rumus kimia CH₄. Secara alami, metana tidak memiliki bau, namun dalam penggunaan komersial, umumnya ditambahkan sedikit bau belerang agar dapat mendeteksi kemungkinan kebocoran.

Sebagai elemen kunci dalam gas alam, metana merupakan sumber utama bahan bakar. Ketika satu molekul metana dibakar dengan oksigen, hasilnya adalah satu molekul CO_2 (karbon dioksida) dan dua molekul H_2O (air).

Metana merupakan molekul tetrahedral yang memiliki empat ikatan C-H yang setara. Struktur elektroniknya dapat dijelaskan melalui empat ikatan orbital molekul yang berasal dari orbital valensi C dan H yang saling melengkapi.

Selain dari ladang gas, cara alternatif untuk memperoleh metana adalah melalui biogas yang dihasilkan dari fermentasi materi organik seperti pupuk kandang, limbah cair, dan tempat pembuangan sampah, dalam kondisi anaerob (tanpa oksigen) (Linstrom dkk, 2011).

2.6.3 Uji Pengaplikasian Biogas Melalui Pengujian Nyala Api dan Warna Api

Untuk mengetahui adanya kandungan metana yang terdapat pada hasil fermentasi sampel maka dilakukan uji nyala api dan warna api. Selain itu uji nyala ini dilakukan untuk mengetahui lama waktu nyala api dari metana yang dihasilkan (Karman dkk, 2019).

Pengamatan uji nyala api dilakukan dengan mengarahkan aliran biogas dari ban penyimpanan biogas ke dalam api (Pernanda, 2021). Dalam pengujian warna api, perhatian diberikan pada warna yang dihasilkan oleh biogas. Warna api dapat dipengaruhi oleh komposisi bahan bakar; pembakaran optimal menghasilkan warna api yang cenderung biru, sementara pembakaran yang tidak efisien menghasilkan warna api yang lebih ke arah kuning kemerahan. Nyala api dengan warna kuning kemerahan menunjukkan nilai kalor yang rendah karena pembakaran tersebut memerlukan jumlah udara yang minim atau karena adanya kandungan air dalam bahan bakar. Menurut Anshelmus (2021) Nyala api dengan warna kuning kemerahan menunjukkan bahwa suhu api berada di bawah 1000°C . Api yang berwarna kuning kemerahan termasuk dalam kategori "kurang panas" dan jarang digunakan di pabrik-pabrik industri material. Sebaliknya, nyala api biru menandakan nilai kalor yang tinggi karena pembakaran yang optimal, tanpa keberadaan air dalam bahan bakar dan sesuai dengan jumlah udara yang dibutuhkan. Suhu rata-rata api biru kurang dari

2000°C, menunjukkan bahwa pembakaran berlangsung secara sempurna (Anshelmus, 2021).

Uji warna api dilakukan dengan tujuan untuk mengamati warna nyala biogas, di mana nyala biogas memiliki warna biru, tidak menghasilkan asap hitam, dan memiliki derajat panas yang lebih tinggi dibandingkan dengan bahan bakar seperti minyak tanah, arang, dan kayu bakar (Prihatiningtyas dkk, 2019).

2.7 Penelitian Relevan

Berdasarkan studi yang dilakukan oleh Dika WP, dkk (2020) mengenai "Pengaruh Variasi Komposisi Starter Kotoran Kuda, Ragi, dan EM-4 Terhadap Kualitas Biogas Limbah Cair Tahu," penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dampak variasi komposisi starter yang terdiri dari kotoran kuda, ragi, dan EM-4 terhadap kualitas biogas, serta untuk menilai pengaruh variasi komposisi tersebut terhadap waktu pembentukan gas metana. Sampel yang dipergunakan dalam penelitian ini mencakup kotoran kuda, ragi, EM-4, dan limbah cair tahu. Pengujian yang dilakukan melibatkan penilaian rasio C/N, nilai pH, suhu, volume, kandungan gas metana (CH_4), kandungan oksigen (O_2), kandungan hidrogen sulfida (H_2S), dan kandungan karbon monoksida (CO). Pada penelitian ini terdapat 3 perlakuan yaitu (1) limbah cair tahu 50% + kotoran kuda 50%, (2) limbah cair tahu 50% + kotoran kuda 45% + EM-4 5%, (3) limbah cair tahu 50% + kotoran kuda 48% + ragi 2% dengan waktu fermentasi selama 3 hari, 12 hari, dan 21 hari. Hasil optimal pada penelitian ini diperoleh dari komposisi campuran starter pada limbah cair tahu sebanyak 50% dan kotoran kuda sebanyak 50%. Komposisi ini menunjukkan peningkatan kualitas bahan bakar biogas dengan peningkatan signifikan pada kandungan CH_4 sebesar 68%, suhu mencapai 30,5°C, volume mencapai 318,2 ml, serta penurunan kandungan H_2S sebesar 13 ppm, O_2 sebesar 13,4%, dan CO sebesar 7 ppm.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Karlina (2017) mengenai "Pengujian Parameter Fisis Biogas Dari Komposisi Kotoran Sapi dan Limbah Eceng Gondok Menggunakan Reaktor Berpengaduk", tujuannya adalah untuk mengevaluasi hasil pengujian parameter fisis, termasuk pH, suhu, tekanan, uji nyala api, dan warna

nyala biogas. Sampel yang diujikan dalam penelitian ini melibatkan kotoran sapi dan limbah eceng gondok. Pengujian melibatkan beberapa parameter, termasuk pH, suhu, tekanan, durasi nyala api, dan warna nyala api biogas. Dalam eksperimen ini, terdapat empat kelompok perlakuan, yakni kelompok I dengan kotoran sapi seberat 4 kg + air 4 liter, yang digunakan sebagai pembanding karena merujuk pada penelitian sebelumnya dengan menggunakan reaktor biogas yang sama. Selanjutnya, kelompok II dengan kotoran sapi 4 kg + air 4 liter, kelompok III dengan kotoran sapi 2 kg + eceng gondok 2 kg + air 4 liter, dan terakhir kelompok IV dengan kotoran sapi 3 kg + eceng gondok 1 kg + air 4 liter, dengan variasi waktu fermentasi selama 0 hari, 10 hari, dan 20 hari. Hasil optimal yang dicapai dalam penelitian ini mencakup rentang nilai pH antara 6,0 hingga 7,2, suhu berkisar antara 33°C hingga 28,67°C, dan tekanan mencapai kisaran 103,1 cmH₂O hingga 105 cmH₂O. Selanjutnya, dalam hal durasi nyala biogas, hasil terbaik diperoleh pada perlakuan I, di mana biogas dapat menyala selama kurang lebih 20 detik. Namun, untuk perlakuan II, III, dan IV, tidak terjadi nyala api biogas. Sementara itu, dalam aspek warna nyala api biogas, perlakuan I, II, III, dan IV menunjukkan ketiadaan warna pada nyala api biogas.

Penelitian Muchamad RP (2021) dengan judul "Nilai pH, Suhu, Nyala Api, dan Warna Api Biogas yang Dihasilkan Pada C/N Feses Kerbau dan Ampas Kelapa Dengan Lama Fermentasi yang Berbeda" bertujuan untuk menginvestigasi dampak rasio C/N dan durasi fermentasi pada produksi biogas dari feses kerbau dan ampas kelapa. Penilaian dilakukan melalui pengukuran nilai pH awal dan akhir, suhu awal dan akhir digester, serta observasi nyala api dan warna api. Dalam eksperimen ini, sampel yang digunakan terdiri dari feses kerbau dan ampas kelapa. Pengujian yang dilakukan melibatkan parameter seperti pH, suhu, uji nyala api, dan warna api biogas dengan mempertimbangkan dua faktor, yaitu Faktor A dan Faktor B. Faktor A terkait dengan rasio feses kerbau dan ampas kelapa (C/N ratio), dengan A0 mewakili feses kerbau 100% + ampas kelapa 0%, C/N = 22,34; A1 mewakili feses kerbau 75% + ampas kelapa 25%, C/N = 27; serta A2 mewakili feses kerbau 50% + ampas kelapa 50%, C/N = 30. Faktor B, di sisi lain, terkait dengan durasi waktu fermentasi, dengan B0 mewakili fermentasi 0 hari, B1 mewakili fermentasi 10 hari, B2 mewakili

fermentasi 20 hari, dan B3 mewakili fermentasi 30 hari, dengan penambahan air sebanding 1:1 dari bahan baku. Dalam penelitian ini, ditemukan bahwa terdapat interaksi yang signifikan antara rasio C/N di dalam digester dan durasi waktu fermentasi terhadap nilai pH pada awal dan akhir fermentasi. Lama fermentasi hingga 30 hari memiliki dampak positif terhadap suhu akhir dalam digester. Rasio C/N sebesar 22,34, ketika dikombinasikan dengan lama fermentasi selama 30 hari, menghasilkan kualitas biogas terbaik, yang diukur berdasarkan uji nyala api dan warna api biogas.

2.8 Hipotesis Penelitian

Hipotesis pada penelitian ini adalah biogas dapat dihasilkan dengan memanfaatkan kotoran kuda dan limbah sayur kol untuk mendapatkan gas yang berupa senyawa kimia yaitu metana (CH_4), parameter fisis yaitu pH dan suhu yang sesuai dengan Standart Instalasi Biogas dan penelitian terdahulu.



UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUMATERA UTARA MEDAN